

ความคลาดเคลื่อนของแผนงานก่อสร้าง กรณีอัตราการทำงานไม่คงที่

Schedule variance of construction activity with varying production rates

ณัฐวุฒิ พิสุทธิสินธพ, สุนีรัตน์ กุศลาลัย

Nattawut Phisutsinthop, Suneerat Kusalasai

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถ.พหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร. 0-2942-8555 ต่อ1334 โทรสาร 0-2579-7565

E-mail: illmare81@hotmail.com, fengsnw@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ปัญหาความล่าช้าของงานก่อสร้าง เป็นปัญหาที่มักเกิดขึ้นกับโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ เนื่องจากโครงการดังกล่าวมีกระบวนการทำงานที่ซับซ้อนและมีระยะเวลาก่อสร้างที่ยาวนาน การประเมินสถานภาพโครงการระหว่างการก่อสร้างจึงเป็นสิ่งสำคัญ จากทฤษฎีการประเมินสถานภาพโครงการ ค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงาน (Schedule Variance, V_s) คือผลต่างระหว่าง BCWP (มูลค่าของปริมาณงานที่ทำได้จริง ณ วันที่พิจารณา) กับ BCWS (มูลค่าของปริมาณงานที่ควรทำได้ตามแผนงาน ณ วันที่พิจารณา) โดยค่า BCWS คิดจากสัดส่วนของระยะเวลาซึ่งหมายความว่ากิจกรรมก่อสร้างถูกกำหนดให้มีอัตราการทำงานที่คงที่เท่านั้น ซึ่งในความเป็นจริงผู้วางแผนอาจกำหนดให้อัตราการทำงานมีค่าไม่คงที่ ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงานที่คำนวณได้จากวิธีเดิมมีความผิดเพี้ยนจากความเป็นจริง บทความนี้นำเสนอแนวทางการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงาน (Schedule Variance, V_s) ในกรณีที่อัตราการทำงานในแต่ละหน่วยเวลามีค่าไม่เท่ากัน โดยได้ทำการประยุกต์ทฤษฎีการประเมินค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงานทั้ง 3 สาเหตุของ Robert I. Carr (1993) และทฤษฎีการประเมินค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงานของ Earned Value Analysis จากผลการวิเคราะห์พบว่าเปอร์เซ็นต์งานที่ควรทำได้ตามแผน (Scheduled Percent Complete, P_s) และเปอร์เซ็นต์งานที่ควรทำได้นับจากวันเริ่มต้นจริง (Scheduled Percent Complete due to Actual Start, P_{sa}) ควรมีค่าเท่ากับผลรวมของอัตราการทำงานที่ถูกกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ในแต่ละ

หน่วยเวลา ซึ่งทำให้การประมาณค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงานเนื่องจากวันเริ่มต้นโครงการ (V_{s_start}) และค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากอัตราการทำงาน (V_{s_rate}) ต้องมีการปรับแก้เพื่อให้มูลค่าและสาเหตุของความคลาดเคลื่อนที่ออกมาใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

Abstract

Construction delay is a problem that usually occurs in most mega projects because these projects have complicate process and relatively duration. Therefore, performance evaluation during construction is important. According to the theory of project control system, schedule variance (V_s) is the difference between BCWP (Budgeted Cost of Work Performed) and BCWS (Budgeted Cost of Work Scheduled). The calculation of BCWS is normally based on a ratio of durations. That is, each activity it is assumed that is performed in a uniform production rate. In practice, a planner may schedule an activity with varying production rates. Then schedule variance calculated from the original theory may contain an error. This paper presents a method of calculating schedule variance (V_s), in a case of varying production rates, by adaptive theory of schedule variance developed by Robert I. Carr (1993) and Earned Value Analysis. It is found that scheduled percent complete (P_s) and scheduled percent complete due to actual start (P_{sa}) is equal to the summation of the percentage of work scheduled in each period. Thus, the calculation of schedule

variance due to actual start (V_{s_start}) and schedule variance due to production rate (V_{s_rate}) must be adjusted so that the value of the overall schedule variance is close to the actual operations.

คำสำคัญ

การควบคุมแผนการทำงาน, การประเมินสถานภาพโครงการ, อัตราการทำงานไม่คงที่, ความคลาดเคลื่อนของแผนงาน

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากไม่ว่าจะเป็น อาคารสำนักงาน รถไฟฟ้า ถนนทางหลวง เป็นต้น ซึ่งโครงการดังกล่าวมีกระบวนการทำงานที่ซับซ้อนและใช้ระยะเวลาก่อสร้างค่อนข้างนาน โดยผู้รับเหมาบางส่วนที่ไม่มีระบบบริหารจัดการงานก่อสร้างที่ดี อาจไม่สามารถควบคุมระยะเวลาการก่อสร้างให้ตรงตามแผนงานได้ เป็นผลให้งานแล้วเสร็จล่าช้ากว่ากำหนด ซึ่งปัญหาที่ตามมาคือการเสียค่าปรับตามสัญญาก่อสร้าง ทำให้ผู้รับเหมาได้กำไรลดลง บางส่วนถึงกับต้องทิ้งงานไปกลางคัน หรืออาจทำให้เจ้าของงานต้องยกเลิกสัญญาจ้าง ซึ่งสร้างความเสียหายต่อทั้งสองฝ่าย ดังนั้นการควบคุมแผนงานก่อสร้างและการประเมินสถานภาพในการทำงานจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะทำให้ผู้ก่อสร้างทราบถึงสถานภาพของโครงการ ณ ปัจจุบันโดยการเปรียบเทียบการทำงานที่เกิดขึ้นจริงกับแผนการทำงานที่วางไว้ว่าเกิดความล่าช้าหรือเร็วกว่าแผน (Schedule) อย่างไร จึงทำให้สามารถปรับปรุงแก้ไขได้ทันทั่วทั้ง โดยทฤษฎีการประเมินสถานภาพโครงการจากการหาความคลาดเคลื่อนของแผนงาน (Schedule Variance, V_s) ในปัจจุบันตั้งอยู่บนสมมติฐานที่มีอัตราการทำงานในแต่ละช่วงเวลาคงที่เท่านั้น ซึ่งในการปฏิบัติงานจริงอัตราการทำงานอาจมีค่าไม่คงที่อันเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ เช่น ในฤดูฝนอาจมีอัตราการทำงานที่น้อยกว่าปกติหรืออันเนื่องมาจากชนิดของกิจกรรมเองที่ในช่วงแรกจะมีอัตราการทำงานที่ไม่เท่ากับช่วงหลัง ทำให้ค่าความ

คลาดเคลื่อนของแผนการทำงานที่คำนวณได้มีความผิดเพี้ยนจากความเป็นจริง

บทความนี้นำเสนอแนวทางการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงาน (Schedule Variance, V_s) ในการดำเนินงานก่อสร้างในกรณีที่อัตราการทำงานในแต่ละหน่วยเวลา (วัน สัปดาห์ ฯลฯ) มีค่าไม่เท่ากัน โดยทำการประยุกต์ทฤษฎีการประเมินค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงานทั้ง 3 สาเหตุของ Robert I. Carr (1993) และทฤษฎีการประเมินค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงานของ Earned Value Analysis ซึ่งเดิมทั้งสองถูกออกแบบมาสำหรับแผนงานที่มีอัตราการทำงานคงที่ ให้สามารถหาความคลาดเคลื่อนของแผนงานในกรณีที่อัตราการทำงานไม่คงที่ในแต่ละหน่วยเวลาได้

2. ค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงาน

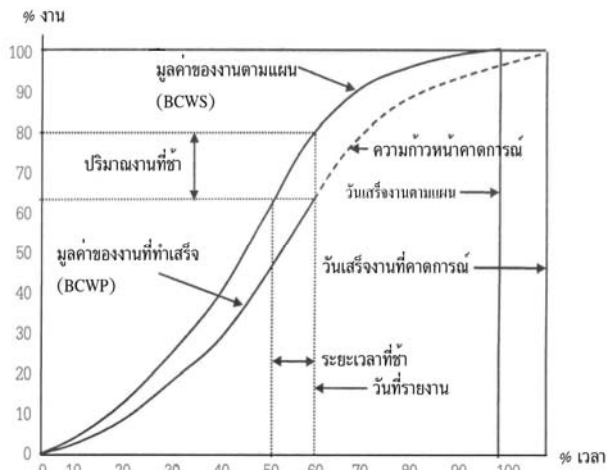
ทฤษฎีในการประเมินสถานภาพการทำงานของโครงการมีอยู่หลายทฤษฎีด้วยกัน หนึ่งในทฤษฎีที่เป็นที่นิยม คือ Earned Value Analysis โดยทฤษฎีดังกล่าวสามารถหาความคลาดเคลื่อนของแผนงาน (Schedule Variance, V_s) โดยการเปรียบเทียบดังนี้

$$V_s = BCWP - BCWS \quad (1)$$

ถ้า $V_s < 0$ หมายถึงการดำเนินการโครงการล่าช้ากว่ากำหนดเวลา

เมื่อ $BCWP = \text{Budgeted Cost of Work Performed}$
= มูลค่าของปริมาณงานที่ทำได้จริง ณ วันที่พิจารณา

$BCWS = \text{Budgeted Cost of Work Scheduled}$
= มูลค่าของปริมาณงานที่ควรทำได้ตามแผนงาน ณ วันที่พิจารณา



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและความก้าวหน้า
ของการทำงาน

ในปี ค.ศ. 1993 Robert I. Carr ได้พัฒนาแนวคิดใน ส่วนของความคลาดเคลื่อนที่เกี่ยวกับแผนงาน (Schedule Variance, V_s) ในแต่ละสาเหตุที่แตกต่างกันซึ่ง Carr. (1993) ได้อธิบายว่าการคลาดเคลื่อนของแผนงานเกิดขึ้นได้จาก 3 สาเหตุหลักดังนี้

- 1) วันเริ่มต้นโครงการไม่ตรงกับที่กำหนดไว้ หรือ $S_s \neq S_a$

$$V_{s_start} = C_b \frac{\text{Min}(D_a, D_b) - \text{Min}(D_s, D_b)}{D_b} \quad (2)$$

- 2) ปริมาณงานก่อสร้างเปลี่ยนแปลง หรือ $U_b \neq U_p$

$$V_{s_quan} = C_b U_a \left(\frac{1}{U_p} - \frac{1}{U_b} \right) \quad (3)$$

- 3) อัตราการทำงานที่ได้ในแต่ละวันไม่เท่ากับที่วางแผนไว้

$$\text{หรือ } \frac{U_a}{D_a} \neq \frac{U_b}{D_b}$$

$$V_{s_rate} = \text{Min}(D_a, D_b) \frac{C_b}{U_b} \left(\frac{U_a}{D_a} - \frac{U_b}{D_b} \right) \quad (4)$$

เมื่อ D_a = the number of days to date since actual start of activity

D_b = budgeted duration to complete the operation

D_s = the number of days to date since scheduled start of activity

C_b = budgeted cost to complete the operation

U_a = actual units performed to date

U_b = budgeted output units

U_p = projected output units

$$\text{โดย } V_s = V_{s_start} + V_{s_quan} + V_{s_rate} \quad (5)$$

จากการแบ่งสาเหตุของความคลาดเคลื่อนของแผนงานทั้ง 3 สาเหตุของ Robert I. Carr (1993) ซึ่งทำให้การประเมินการทำงานของโครงการมีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ทฤษฎีของ Carr. (1993) และทฤษฎี Earned Value Analysis ได้ถูกพัฒนาบนสมมุติฐานที่ว่า กิจกรรมก่อสร้างแต่ละกิจกรรมมีอัตราการทำงานที่คงที่ ซึ่งในการปฏิบัติงานจริง อัตราการทำงานในแต่ละหน่วยเวลา (วัน สัปดาห์ ฯลฯ) อาจมีค่าไม่เท่ากันอันเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆเช่น ในฤดูฝนอาจมีอัตราการทำงานที่น้อยกว่าปกติ หรืออันเนื่องมาจากชนิดของกิจกรรมเองที่ในช่วงแรกจะมีอัตราการทำงานที่ไม่เท่ากับช่วงหลัง ทั้งนี้ทั้งนั้นขึ้นอยู่กับแผนงานที่วิศวกรได้กำหนดอัตราการทำงานให้ตรงกับสภาพความเป็นจริง ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงานจากการทำงานที่คำนวณได้มีความผิดเพี้ยนจากความเป็นจริง

3. การหาค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงานกรณีกำหนดอัตราการทำงานไม่คงที่

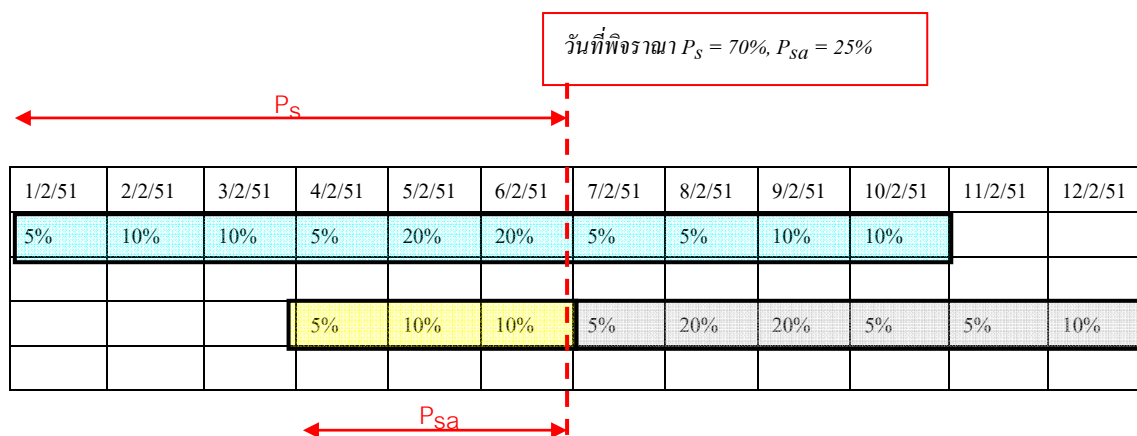
เพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น จึงขอยกตัวอย่างแนวทางการหาค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงานกรณีกำหนดอัตราการทำงานไม่คงที่ ดังแสดงต่อไปนี้

กิจกรรม X มีปริมาณงานตามแผน (U_b) 1,000 หน่วย มีงบประมาณกิจกรรม (C_b) เท่ากับ 20,000 บาท และมีระยะเวลาการทำงานตามแผน (D_b) 10 วัน โดยเริ่มงานตามแผนวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2551 ซึ่งมีการแบ่งอัตราการทำงานตามแผนที่วางไว้เป็นเปอร์เซ็นต์ดังรูป และมีการประเมินสถานภาพของโครงการในเช้าของวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2551 ซึ่งมีปริมาณงานสะสมที่ทำได้จริง (U_a) จนถึงวันประเมินโครงการเท่ากับ 600 หน่วย และมีการคิดปริมาณงานคาดการณ์ (U_p) ใหม่เป็น 1,200 หน่วย โดยมีระยะเวลาที่ควรทำได้ตามแผน (D_s) ณ วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2551 เท่ากับ

6 วัน โดยมีเปอร์เซ็นต์งานที่ควรทำได้ตามแผน (P_s) เท่ากับ 70 เปอร์เซ็นต์

3.1 กรณีเริ่มงานจริงช้ากว่าแผน

จากตัวอย่างข้างต้นสามารถแสดงแผนการทำงานของกิจกรรม X ได้ดัง **รูปที่ 2** ซึ่งเป็นกรณีที่เริ่มงานจริงช้ากว่าแผน โดยกิจกรรมดังกล่าวมีระยะเวลาที่ทำงานจริงจนถึงวันประเมิน (D_a) เท่ากับ 3 วัน โดยมีเปอร์เซ็นต์งานที่ควรทำได้นับจากวันเริ่มต้นจริง (P_{sa}) เท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 2 แผนการทำงานของกิจกรรม X กรณีเริ่มงานจริงในวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2551

3.1.1 การหาความคลาดเคลื่อนของแผนงานตามทฤษฎี

Earned Value Analysis จากสมการ (1)

$$\begin{aligned}
 V_s &= BCWP - BCWS \\
 &= \left(C_b \times \frac{U_a}{U_p} \right) - \left(C_b \times \frac{D_s}{D_b} \right) \\
 &= \left(20,000 \times \frac{600}{1,200} \right) - \left(20,000 \times \frac{6}{10} \right) \\
 &= -2,000
 \end{aligned}$$

จากการคำนวณจะเห็นว่า BCWS คำนวณมาจากผลคูณระหว่างงบประมาณกิจกรรมกับอัตราส่วนของระยะเวลา ซึ่งจากตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 60% หมายความว่า ณ วันที่ 7

กุมภาพันธ์ 2551 ควรทำงานได้ 60% ของปริมาณงานทั้งหมด ซึ่งในแผนงานจริงกำหนดให้เปอร์เซ็นต์งานที่ควรทำได้ตามแผน (P_s) ณ วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2551 เท่ากับ 70% ($5\%+10\%+10\%+5\%+20\%+20\%$) ดังนั้นค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงานควรคำนวณจากสมการที่ (6) ดังนี้

$$\begin{aligned}
 V_s &= BCWP - BCWS \\
 &= \left(C_b \times \frac{U_a}{U_p} \right) - (C_b \times P_s) \\
 &= \left(20,000 \times \frac{600}{1,200} \right) - \left(20,000 \times \frac{70}{100} \right) \\
 &= -4,000
 \end{aligned} \tag{6}$$

เมื่อ $P_s = \text{Scheduled Percent Complete}$
 $= 5\% + 10\% + 10\% + 5\% + 20\% + 20\% = 70\%$

3.1.2 การหาความคลาดเคลื่อนของแผนงานทั้ง 3 สาเหตุตามทฤษฎีของ Robert I. Carr (1993)

1) ความคลาดเคลื่อนของแผนงานอันเนื่องมาจากวันเริ่มต้นโครงการไม่ตรงกับที่กำหนดไว้ จากสมการ (2)

$$V_{s_start} = C_b \frac{\text{Min}(D_a, D_b) - \text{Min}(D_s, D_b)}{D_b}$$

$$= 20,000 \frac{(3-6)}{10}$$

$$= -6,000$$

จากการคำนวณจะเห็นว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้มาจากการใช้ผลต่างของระยะเวลาของวันเริ่มงานจริงกับวันเริ่มงานตามแผนมาพิจารณาหามูลค่าความคลาดเคลื่อน ซึ่งจะเป็นการเฉลี่ยอัตราการทำงานให้เท่ากัน ดังนั้น V_{s_start} จึงควรคำนวณจากเปอร์เซ็นต์งานที่ต่างกันของวันเริ่มจริงและวันเริ่มตามแผนดังสมการที่ (7) ดังนี้

$$V_{s_start} = (C_b \times P_{sa}) - (C_b \times P_s) \quad (7)$$

$$= \left(20,000 \times \frac{25}{100} \right) - \left(20,000 \times \frac{70}{100} \right)$$

$$= -9,000$$

เมื่อ $P_s = \text{Scheduled Percent Complete}$
 $= 5\% + 10\% + 10\% + 5\% + 20\% + 20\% = 70\%$
 $P_{sa} = \text{Scheduled Percent Complete due to Actual Start}$
 $= 5\% + 10\% + 10\% = 25\%$

2) ความคลาดเคลื่อนของแผนงานอันเนื่องมาจากปริมาณงานก่อสร้างเปลี่ยนแปลง จากสมการ (3)

$$V_{s_quan} = C_b U_a \left(\frac{1}{U_p} - \frac{1}{U_b} \right)$$

$$= 20,000 (600) \left(\frac{1}{1,200} - \frac{1}{1,000} \right)$$

$$= -2,000$$

จากการคำนวณจะเห็นว่าอัตราการทำงานที่ไม่คงที่ไม่มีผลต่อค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงานในกรณีที่ปริมาณงานก่อสร้างเปลี่ยนแปลงจากแผน (V_{s_quan}) เนื่องจากไม่มีระยะเวลามาเกี่ยวข้องในการคำนวณความคลาดเคลื่อน

3) ความคลาดเคลื่อนของแผนงานอันเนื่องมาจากอัตราการทำงานที่ได้ ในแต่ละวันไม่เท่ากับที่วางแผนไว้ จากสมการที่ (4) ดังนี้

$$V_{s_rate} = \text{Min}(D_a, D_b) \frac{C_b}{U_b} \left(\frac{U_a}{D_a} - \frac{U_b}{D_b} \right)$$

$$= 3 \left(\frac{20,000}{1,000} \right) \left(\frac{600}{3} - \frac{1,000}{10} \right)$$

$$= 6,000$$

จากการคำนวณจะเห็นว่า เป็นเปรียบเทียบอัตราการทำงานที่ทำได้จริงในช่วงเวลาที่พิจารณา ($\frac{U_a}{D_a}$) กับอัตราการทำงานที่วางแผนไว้ ($\frac{U_b}{D_b}$) ซึ่งเป็นการเฉลี่ยอัตราการทำงานให้เท่ากันตลอดระยะเวลากิจกรรม เนื่องจากในตัวอย่างนี้ กิจกรรม X มีอัตราการทำงานในแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ดังนั้น V_{s_rate} จึงควรคำนวณอัตราการทำงานตามแผนจากเปอร์เซ็นต์งานที่อยู่ในช่วงเวลาดังกล่าว ดังสมการที่ (8) ดังนี้

$$V_{s_rate} = (D_a) \frac{C_b}{U_b} \left(\frac{U_a}{D_a} - \frac{P_{sa} \times U_b}{D_a} \right) \quad (8)$$

$$= 3 \left(\frac{20,000}{1,000} \right) \left(\frac{600}{3} - \frac{(25\% \times 1,000)}{3} \right)$$

$$= 7,000$$

เมื่อ $P_{sa} = \text{Scheduled Percent Complete due to Actual Start}$

$$= 5\% + 10\% + 10\% = 25\%$$

$$= -4,000$$

จากตัวอย่างการคำนวณข้างต้นจะเห็นว่า V_s จากสมการ (5) มี

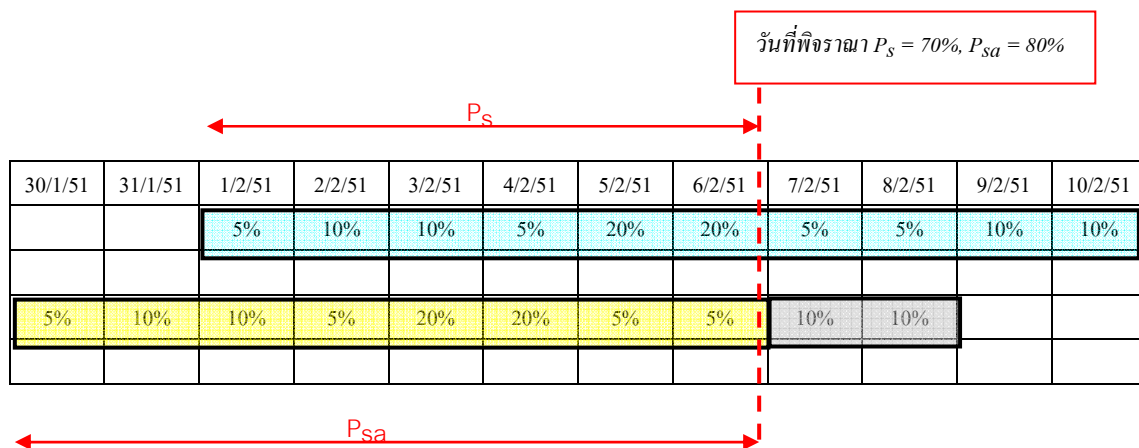
ค่าดังนี้

$$\begin{aligned} V_s \text{ (วิธีปกติ)} &= V_{s_start} + V_{s_quan} + V_{s_rate} \\ &= -6,000 - 2,000 + 6,000 \\ &= -2,000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_s \text{ (วิธีประยุกต์)} &= V_{s_start} + V_{s_quan} + V_{s_rate} \\ &= -9,000 - 2,000 + 7,000 \end{aligned}$$

3.2 กรณีเริ่มงานจริงเร็วกว่าแผน

จากตัวอย่างเดิมสามารถแสดงแผนการทำงานของกิจกรรม X ในกรณีที่เริ่มงานจริงช้ากว่าแผนได้ดัง **รูปที่ 3** โดยกิจกรรมดังกล่าวมีระยะเวลาที่ทำงานจริงจนถึงวันประเมิน (D_a) เท่ากับ 8 วัน โดยมีเปอร์เซ็นต์งานที่ควรทำได้นับจากวันเริ่มต้นจริง (P_{sa}) เท่ากับ 80เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 3 แผนการทำงานของกิจกรรม X กรณีเริ่มงานจริงในวันที่ 30 มกราคม 2551

3.2.1 การหาความคลาดเคลื่อนของแผนงานตามทฤษฎี

Earned Value Analysis จากสมการ (1)

$$\begin{aligned} V_s &= BCWP - BCWS \\ &= \left(C_b \times \frac{U_a}{U_p} \right) - \left(C_b \times \frac{D_s}{D_b} \right) \\ &= \left(20,000 \times \frac{600}{1,200} \right) - \left(20,000 \times \frac{6}{10} \right) \\ &= -2,000 \end{aligned}$$

เช่นเดียวกับตัวอย่างแรก BCWS ควรคำนวณจากเปอร์เซ็นต์งานที่ควรทำได้ตามแผน (P_s) ณ วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2551 ซึ่งเท่ากับ 70% คูณกับงบประมาณของกิจกรรม (C_b) ดังแสดงในสมการที่ (6) ดังนี้

$$V_s = BCWP - BCWS$$

$$\begin{aligned} &= \left(C_b \times \frac{U_a}{U_p} \right) - \left(C_b \times P_s \right) \quad (6) \\ &= \left(20,000 \times \frac{600}{1200} \right) - \left(20,000 \times \frac{70}{100} \right) \\ &= -4,000 \end{aligned}$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} P_s &= \text{Scheduled Percent Complete} \\ &= 5\% + 10\% + 10\% + 5\% + 20\% + 20\% = 70\% \end{aligned}$$

3.2.2 การหาความคลาดเคลื่อนของแผนงานทั้ง 3 สาเหตุตามทฤษฎีของ Robert I. Carr (1993)

1) ความคลาดเคลื่อนของแผนงานอันเนื่องมาจากวันเริ่มต้นโครงการไม่ตรงกับที่กำหนดไว้ จากสมการ (2)

$$\begin{aligned} V_{s_start} &= C_b \frac{\text{Min}(D_a, D_b) - \text{Min}(D_s, D_b)}{D_b} \\ &= 20,000 \frac{(8-6)}{10} \\ &= 4,000 \end{aligned}$$

เช่นเดียวกับตัวอย่างแรก จะเห็นว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้มาจากการใช้ผลต่างของระยะเวลาของวันเริ่มงานจริงกับวันเริ่มงานตามแผนมาพิจารณาหามูลค่าความคลาดเคลื่อน ซึ่งจะเป็นการเฉลี่ยอัตราการทำงานให้เท่ากัน ดังนั้น V_{s_start} จึงควรคำนวณจากเปอร์เซ็นต์งานที่ต่างกันของวันเริ่มจริงและวันเริ่มตามแผนดังสมการที่ (7) ดังนี้

$$\begin{aligned} V_{s_start} &= (C_b \times P_{sa}) - (C_b \times P_s) \quad (7) \\ &= \left(20,000 \times \frac{80}{100} \right) - \left(20,000 \times \frac{70}{100} \right) \\ &= 2,000 \end{aligned}$$

เมื่อ P_s = Scheduled Percent Complete
 $= 5\% + 10\% + 10\% + 5\% + 20\% + 20\% = 70\%$
 P_{sa} = Scheduled Percent Complete due to Actual Start
 $= 5\% + 10\% + 10\% + 5\% + 20\% + 20\% + 5\% + 5\%$
 $= 80\%$

2) ความคลาดเคลื่อนของแผนงานอันเนื่องมาจากปริมาณงานก่อสร้างเปลี่ยนแปลง จากสมการ (3)

$$\begin{aligned} V_{s_quan} &= C_b U_a \left(\frac{1}{U_p} - \frac{1}{U_b} \right) \\ &= 20,000 (600) \left(\frac{1}{1,200} - \frac{1}{1,000} \right) \\ &= -2,000 \end{aligned}$$

จากการคำนวณจะเห็นว่าอัตราการทำงานที่ไม่คงที่ไม่มีผลต่อค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงานในกรณีที่ปริมาณงาน

ก่อสร้างเปลี่ยนแปลงจากแผน (V_{s_quan}) เนื่องจากไม่มีระยะเวลามาเกี่ยวข้อง

3) ความคลาดเคลื่อนของแผนงานอันเนื่องมาจากอัตราการทำงานที่ได้ในแต่ละวันไม่เท่ากับที่วางแผนไว้ จากสมการที่ (4) ดังนี้

$$\begin{aligned} V_{s_rate} &= \text{Min}(D_a, D_b) \frac{C_b}{U_b} \left(\frac{U_a}{D_a} - \frac{U_b}{D_b} \right) \\ &= 8 \left(\frac{20,000}{1,000} \right) \left(\frac{600}{8} - \frac{1,000}{10} \right) \\ &= -4,000 \end{aligned}$$

เช่นเดียวกับตัวอย่างแรก จะเห็นว่าการคำนวณอัตราการทำงานที่วางแผนไว้ ($\frac{U_b}{D_b}$) ซึ่งเป็นการเฉลี่ยอัตราการทำงานให้เท่ากันตลอดระยะเวลากิจกรรม ดังนั้น V_{s_rate} จึงควรคำนวณอัตราการทำงานตามแผนจากเปอร์เซ็นต์งานที่อยู่ในช่วงเวลาดังกล่าวดังสมการที่ (8) ดังนี้

$$\begin{aligned} V_{s_rate} &= (D_a) \frac{C_b}{U_b} \left(\frac{U_a}{D_a} - \frac{P_{sa} \times U_b}{D_a} \right) \quad (8) \\ &= 8 \left(\frac{20,000}{1,000} \right) \left(\frac{600}{8} - \frac{(80\% \times 1,000)}{8} \right) \\ &= -4,000 \end{aligned}$$

เมื่อ P_{sa} = Scheduled Percent Complete due to Actual Start
 $= 5\% + 10\% + 10\% + 5\% + 20\% + 20\% + 5\% + 5\%$
 $= 80\%$

จากตัวอย่างการคำนวณข้างต้นจะเห็นว่า V_s จากสมการ (5)

มีค่าดังนี้

$$\begin{aligned} V_s \text{ (วิธีปกติ)} &= V_{s_start} + V_{s_quan} + V_{s_rate} \\ &= 4,000 - 2,000 - 4,000 \\ &= -2,000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_s (\text{วิธีประยุกต์}) &= V_{s_start} + V_{s_quan} + V_{s_rate} \\
 &= 2,000 - 2,000 - 4,000 \\
 &= -4,000
 \end{aligned}$$

นั่นคือหลังการปรับแก้ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากทฤษฎี Earned Value Analysis จะมีค่าเท่ากับผลรวมของมูลค่าของความคลาดเคลื่อนของทั้ง 3 สาเหตุตามทฤษฎีของ Robert I. Carr (1993) โดยอัตราการงานที่ไม่คงที่จะไม่มีผลต่อการคำนวณความคลาดเคลื่อนในกรณีที่ปริมาณงานก่อสร้างเปลี่ยนแปลงจากแผน (V_{s_quan}) เนื่องจากไม่มีระยะเวลาที่เกี่ยวข้องในการคำนวณ

4. สรุปผล

ในกรณีที่แผนงานมีอัตราการงานไม่คงที่ ทฤษฎี Robert I. Carr (1993) และทฤษฎี Earned Value Analysis ต้องมีการปรับแก้สมการในการหาค่าความคลาดเคลื่อนของแผนงาน บทความนี้ได้แสดงตัวอย่างการคำนวณกรณีที่เริ่มงานจริงช้ากว่าแผนและกรณีเริ่มงานจริงเร็วกว่าแผน จากการคำนวณพบว่าเปอร์เซ็นต์งานที่ควรทำได้ตามแผน (Scheduled Percent Complete, P_s) ไม่สามารถคำนวณจากผลหารของระยะเวลาที่ควรทำได้ตามแผน (D_s) กับระยะเวลาของกิจกรรมตามแผน (D_p) ทั้งนี้ต้องคำนวณจากผลรวมของอัตราการงานที่กำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของแต่ละหน่วยเวลาจากวันเริ่มต้นตามแผนถึงวันประเมินโครงการสำหรับกรณีที่แผนงานมีอัตราการงานที่ไม่คงที่ เช่นเดียวกับเปอร์เซ็นต์งานที่ควรทำได้นับจากวันเริ่มจริง (Scheduled Percent Complete due to Actual Start, P_{sa}) ที่ไม่สามารถคำนวณจากผลหารของระยะเวลาทำงานจริง (D_a) กับระยะเวลาของกิจกรรมตามแผน (D_p) ทั้งนี้ต้องคำนวณจากผลรวมของอัตราการงานที่กำหนดเป็น

เปอร์เซ็นต์ของแต่ละหน่วยเวลาจากวันเริ่มต้นจริงถึงวันประเมินโครงการ จากการประยุกต์ทฤษฎีของ Robert I. Carr (1993) และทฤษฎี Earned Value Analysis ทำให้สามารถหาความคลาดเคลื่อนของแผนงาน (Schedule Variance, V_s) สำหรับกรณีที่มีการวางแผนงานให้มีอัตราการงานของแต่ละหน่วยเวลาที่แตกต่างกันได้ ซึ่งจะตรงกับสภาพการทำงานจริง และทำให้การประเมินสถานภาพของโครงการทางด้านแผนงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Carr, R. I. (1993) "Cost, Schedule, and Time Variances and Integration." Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Jun. 1993, pp 245-265
- [2] Wongwitdecha S. and Carr R. I. (2004) "Cost Variance of Construction Activities with Multiple Tasks," Proceedings of the International Symposium on Globalisation and Construction 2004 (CIB W107 Construction in Developing economies), Bangkok, Thailand, Nov. 17-19, 2004, GC 168.
- [3] Wongwitdecha S. (2004) "Owner-Contractor Risk Apportionment for Lump-Sum and Unit-Price Contracts Using Project Control Systems," Proceedings of the 9th National Convention on Civil Engineering, Cha-Um, Petchaburi, Thailand, May 19th-21st 2004, pp. CEM 18-23.
- [4] Kusalasai S. and Carr R. I. (2006) "Schedule Variances for Road Construction," Proceedings of the 4th International Engineering and Construction Conference, ASCE, Fullerton, Los Angeles USA, Jul. 28, 2006.